Technical Note

Public Works Canada | Travaux publics Canada

Solar Programs Office (613) 998-9817

No. 7: October 1982

Low-cost Solar Air Systems

SYNOPSIS

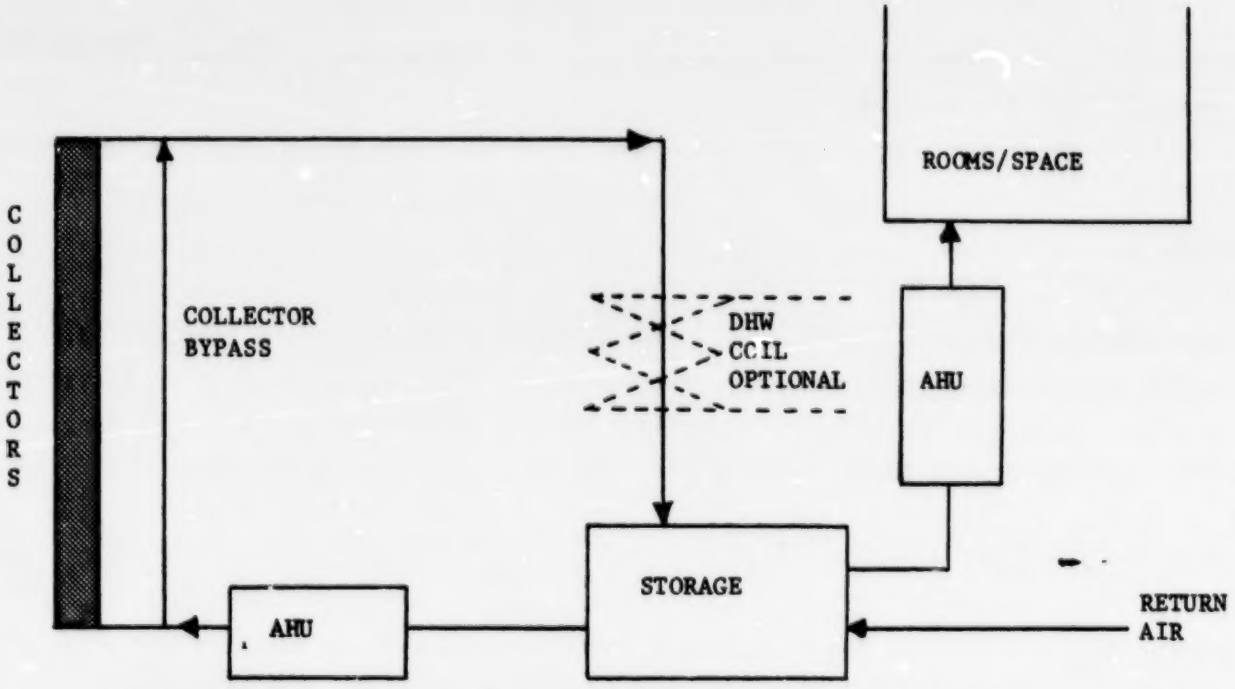
Space heating with air collectors is often considered expensive and complicated. System configurations are presented that reduce the cost and complexity of air retrofit systems. These simplified systems are best suited for warehouses, airplane hangars and other facilities with large space heating and/or air make-up requirements.

PROBLEM DEFINITION

Conventional air systems use complicated control strategies to maximize the collection and utilization of energy. Depending on the mode of operation the system can:

i) collect energy for immediate use
ii) collect energy for future use
iii) use stored energy
iv) provide water preheat
v) a combination of the above.

However, for routine operation this system must have at least two fans, a collector bypass loop, a water preheat coil, storage and several motorized dampers. Even if the added energy savings justify the use of this equipment, it is sometimes a difficult task for the mechanical contractor to squeeze all this equipment into a retrofit application.



AHU: AIR HANDLING UNIT

Fig. 1: Conventional air system with storage

DISCUSSION

Solar designers have traditionally recommended that collectors used for space heating applications be sloped at the latitude plus 10° to 15°. By having the collectors at this slope the incident radiation is maximized during the months in which there is a space heating requirement. Unless the collectors can be supported on a sloped roof of this angle, a collector support rack must be built. Figure 2 shows the radiation incident on a horizontal, vertical and a 60° sloped surface in Ottawa.

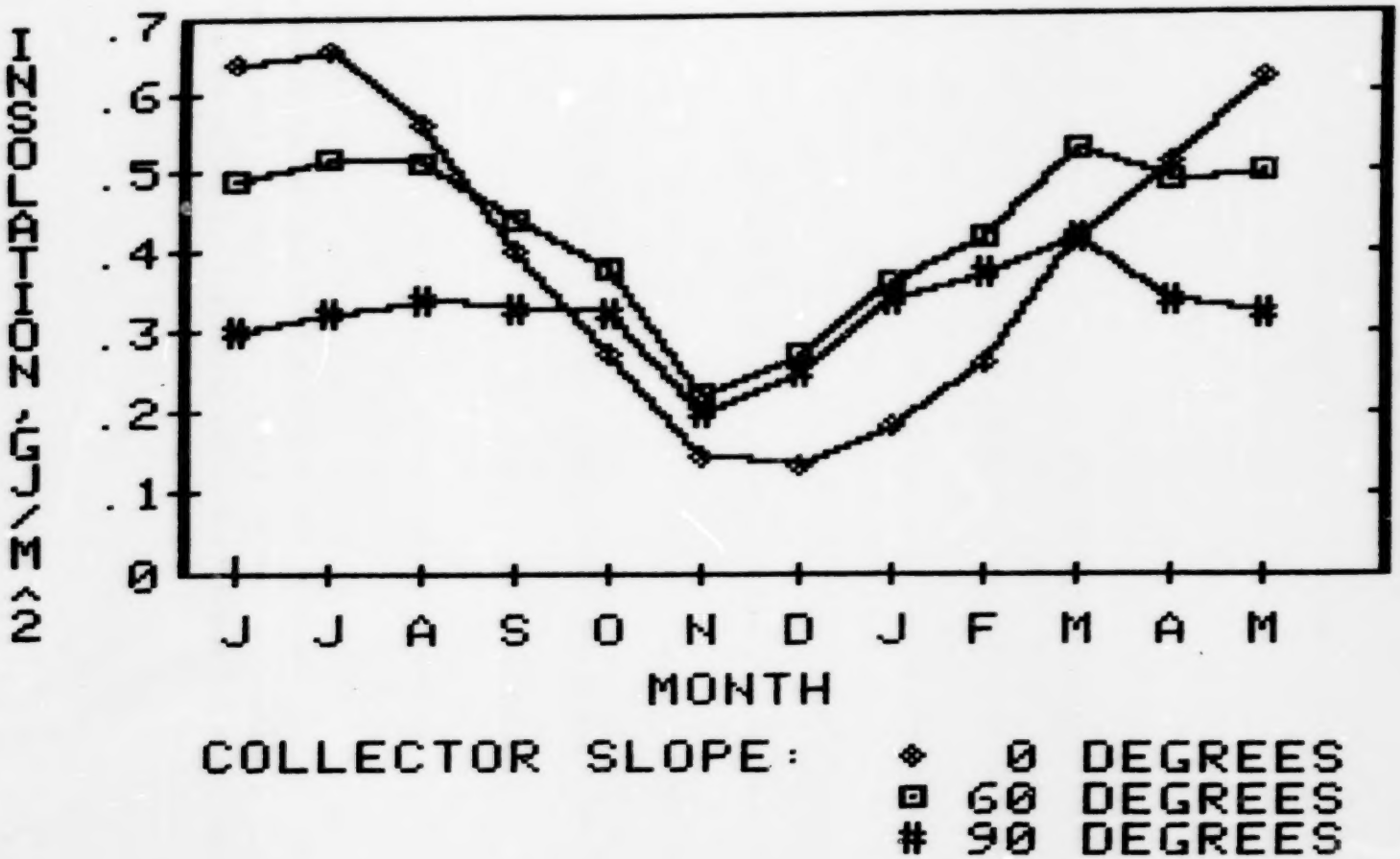


Fig. 2: Incident Radiation per m^2 of Collector Area for Ottawa
(30-year average)

Table I: % Difference in Insolation from a 60° Sloped Surface (Ottawa, 45.3° Latitude)

	Oct. - March	Nov. - Feb.
vertical	- 7	- 2
horizontal	-42	-51

The vertical surface receives only 7% less incident energy than the 60° sloped surface over the entire space heating season. Even with this performance penalty the vertical surface has several advantages over the sloped surface:

i) Incident radiation during the summer months is greatly reduced on a vertical surface, thus reducing the possibility of stagnation during these no-load conditions.

ii) Vertical surfaces receive more reflection from snow.

iii) The structural costs for wall-mounted systems are generally low.

iv) Duct losses for wall-mounted systems are reduced.

v) Snow build-up is not a problem on a vertical surface.

vi) Vertical panels rarely add wind loads to the building.

Three non-storage air systems are shown in Figures 3, 4 and 5. Figure 3 shows an air preheat system. This system draws 100% outdoor air through the collectors and ducts it to an existing fan coil. This type of system always operates at peak collector efficiency since the inlet temperature to the collectors will be at ambient temperature.

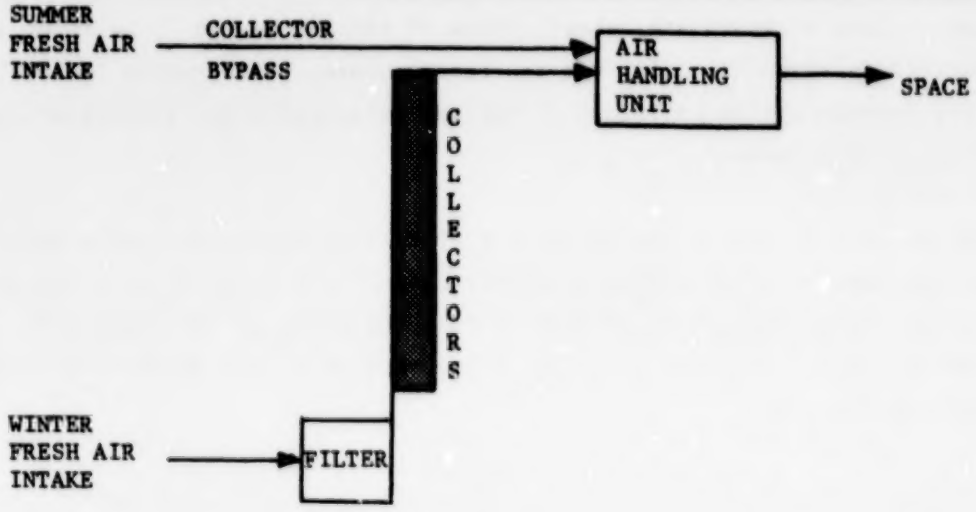


Fig. 3: Air preheat system

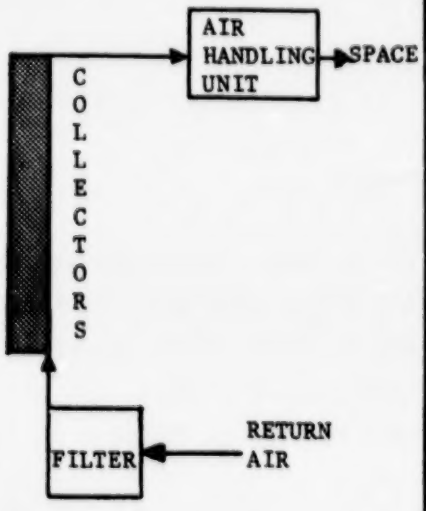


Fig. 4: Return air reheat system

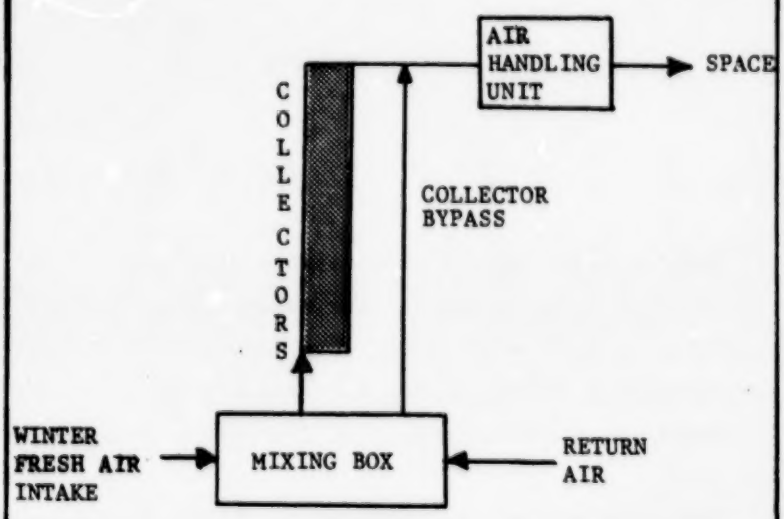


Fig. 5: Combined preheat/reheat system

Figure 4 shows a return air reheat system of similar design. The inlet air to the collectors is drawn directly from the heated space. This system is less efficient than the air preheat system in Figure 3, but may be suitable for situations without a large make-up air requirement.

Reheat systems require a fan relay, a differential controller and a face/bypass motorized damper. This damper is widely used on induct steam coil heating systems. In this application, the solar collectors take the place of the steam coil. The solar system duct mates with the normally closed section of the damper. The bypass section is open to the space.

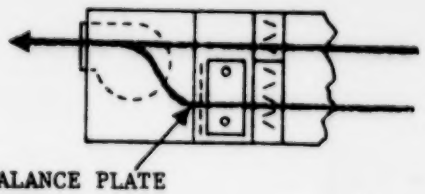


Fig. 6: Face Bypass Damper

When no solar energy is available or required, the air handling unit draws air through the open bypass damper. The solar reheat system operates when the building temperature falls below a desired set point and the collectors are hot. The differential controller activates the air handling unit fan and operates the damper. The damper opens its vanes to the solar duct and closes the bypass section in one move.

The solar system set temperature should be a couple of degrees higher than the air handling unit heater. In this way the solar system has a chance to activate and provide heat before the auxiliary system is called for.

Figure 5 shows a combination of the concepts shown in the previous two systems. In this system a mixing box is provided so that air leaving the solar collectors can be tempered by blending outdoor air and return air. The solar controls, dampers and relay of the return air system must be augmented by a control logic and mechanism to drive the mixing box.

Each system requires a gravity backflow damper to reduce unwanted thermosyphoning during the winter. Some thermosyphoning may be beneficial in reheat systems by venting warm building air while cool air from the north side of the building is drawn into the space.

All three systems described above have simplicity as their common denominator. The further we get from a simple design, with additional duct runs or bends and elbows with high pressure drops, the poorer the payback will be.

Conclusion

Non-storage, wall-mounted air heating systems can greatly reduce the initial cost of air space heating systems without a significant loss in performance.

Information provided by P. Sauer, Solar Programs Office.

Guide technique

Travaux publics Canada | Public Works Canada

Bureau des programmes solaires (613) 996-9817

No. 7: octobre 1982

Installations de chauffage solaire à air chaud économiques

RÉSUMÉ

Le chauffage des locaux d'habitation à l'aide de capteurs à air est souvent considéré comme dispendieux et compliqué. On retrouve certains types de systèmes qui peuvent réduire le coût et la complexité des installations de chauffage à air chaud converties à l'énergie solaire. Ces installations simplifiées sont mieux adaptées aux entrepôts, hangars d'aéronefs et autres aménagements dont les besoins en air chaud et(ou) en air d'appoint sont considérables.

DÉFINITION DU PROBLÈME

Les installations de chauffage solaire à air chaud classiques utilisent des méthodes de commande compliquées pour maximiser le captage et l'utilisation de l'énergie. Selon le mode d'exploitation choisi, l'installation peut:

i) capter de l'énergie pour fins d'utilisation immédiate,
ii) capter de l'énergie pour fins d'utilisation ultérieure,
iii) utiliser de l'énergie emmagasinée,
iv) assurer le préchauffage de l'eau,
v) utiliser une combinaison des possibilités susmentionnées.

Cependant, pour être en mesure de fonctionner, cette installation doit comprendre au moins 2 ventilateurs, une boucle de dérivation, des capteurs, un serpentin de préchauffage de l'eau, un réservoir et plusieurs registres motorisés. Même si l'économie additionnelle d'énergie justifie l'utilisation de cette installation, il est parfois difficile pour l'entrepreneur en mécanique d'installer tout ce matériel dans un bâtiment existant.

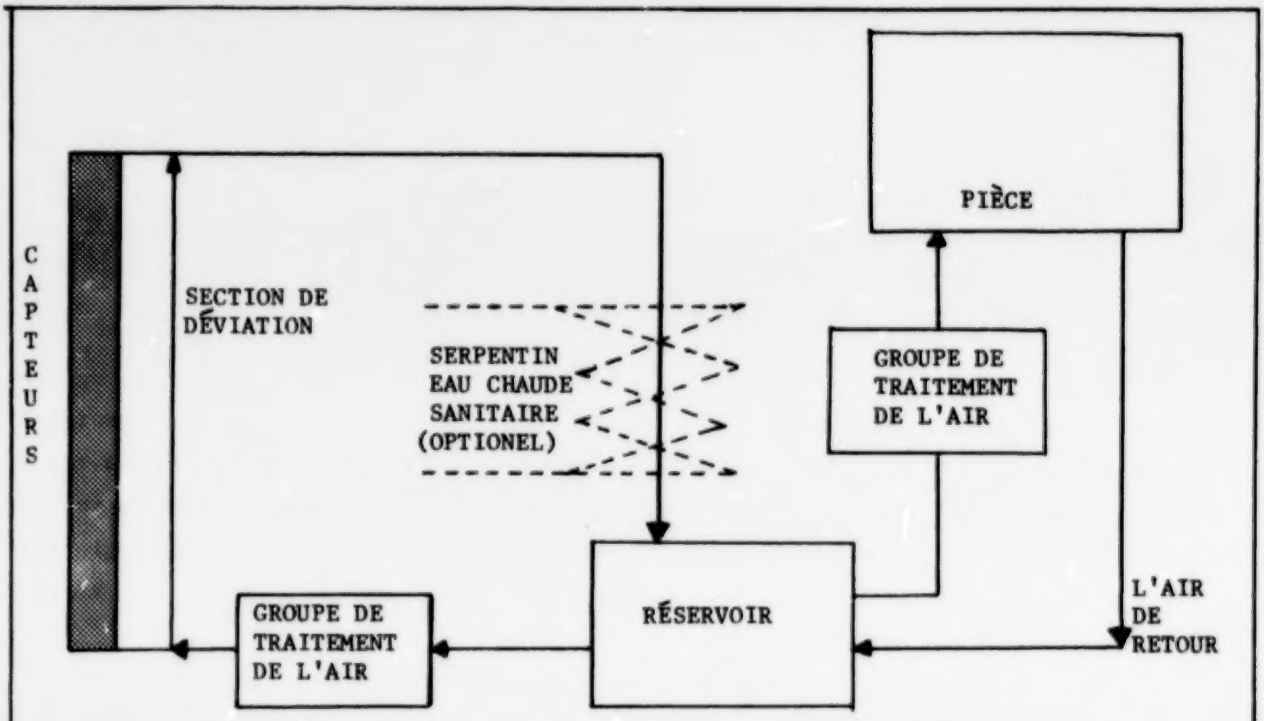


Fig. 1: Installation de chauffage solaire à air chaud classique avec réservoir

DISCUSSION

Les concepteurs d'installations ont traditionnellement recommandé que les capteurs utilisés pour le chauffage de locaux d'habitation soient inclinés à la latitude plus 10° à 15°. Cette façon de disposer les capteurs permet de maximiser le rayonnement solaire incident durant les mois où il faut chauffer les locaux. A moins que les capteurs ne puissent être aménagés sur un toit en pente à l'angle approprié, un support de capteurs doit être construit. La figure 2 illustre l'incidence du rayonnement solaire sur trois genres de surfaces: horizontale, verticale et inclinée à 60°, et ce à Ottawa.

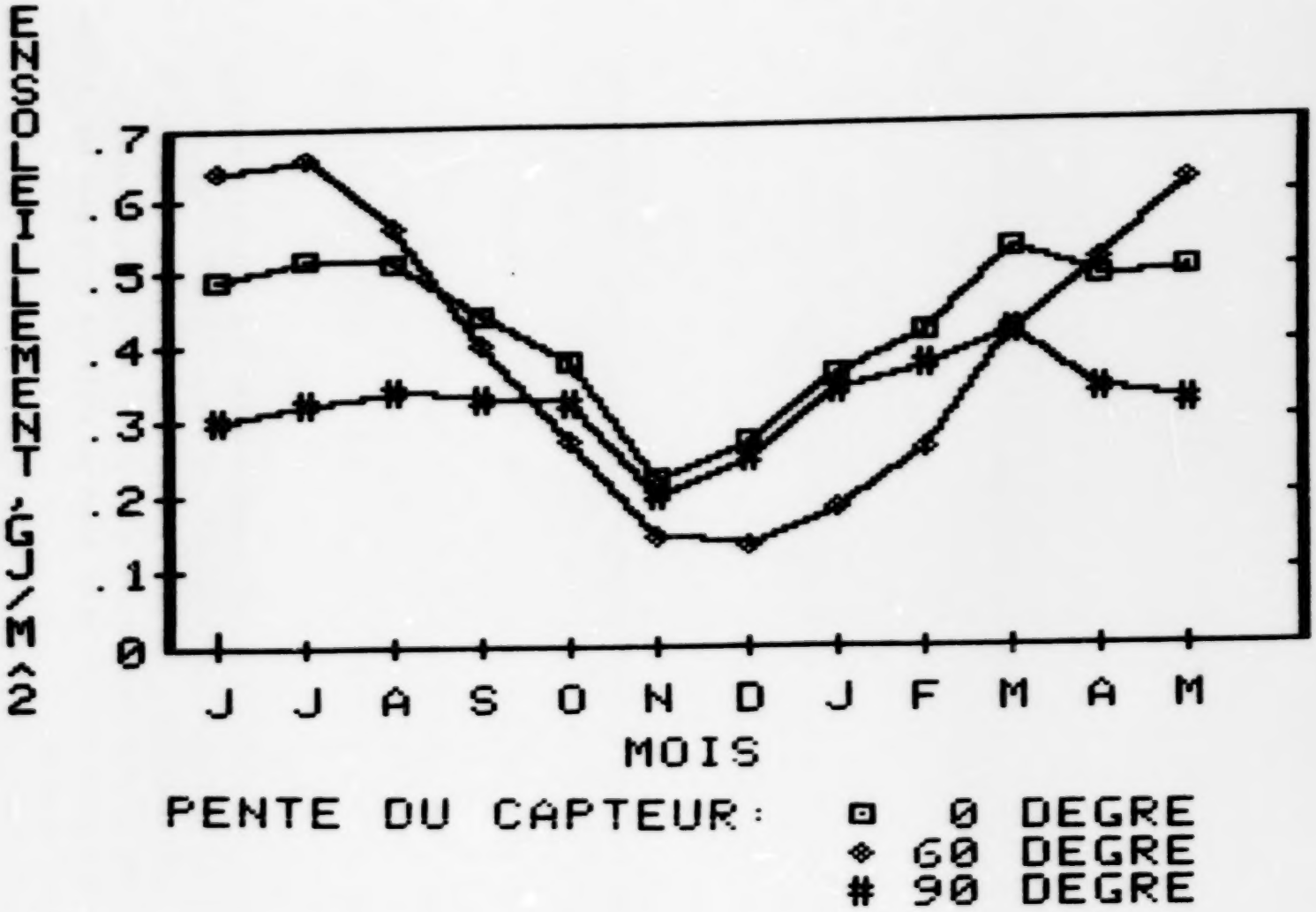


Fig. 2: Rayonnement incident par m^2 de surface captant pour Ottawa (une moyenne de 30 ans)

Tableau I: Différence d'ensoleillement (%) - surface inclinée à 60° (Ottawa, 45.3° de latitude)

	Oct. - Mars	Nov. - Fév.
Verticale	- 7	- 2
Horizontale	-42	-51

Au cours de la saison complète de chauffage des locaux d'habitation, la surface verticale ne reçoit que 7% d'énergie incidente de moins que la surface inclinée à 60°. Malgré cet écart d'énergie incidente, la surface verticale présente de nombreux avantages que la surface inclinée ne possède pas. Ces avantages sont:

i) Réduction importante du rayonnement solaire incident capté sur une surface verticale, durant les mois d'été, réduisant ainsi la possibilité de stagnation au cours de ces périodes "de repos".

ii) Les surfaces verticales permettent de mieux capter le rayonnement solaire réfléchi par la neige.

iii) Les coûts de la structure des installations sur mur sont généralement peu élevés.

iv) Les pertes de gaine des installations sur mur sont réduites.

v) Aucune accumulation de neige.

vi) Les panneaux verticaux ajoutent rarement à l'immeuble une charge due au vent.

Trois installations de chauffage à air chaud sans stockage sont illustrées aux figures 3, 4 et 5. La figure 3 illustre une installation de préchauffage à air chaud. Celle-ci aspire l'air extérieur à 100% par l'entremise de capteurs et l'achemine à l'aide de gaines vers un ventilo-convecteur existant. Ce genre d'installation fonctionne toujours à grand rendement étant donné que l'air qui entre dans les capteurs est à la température ambiante.

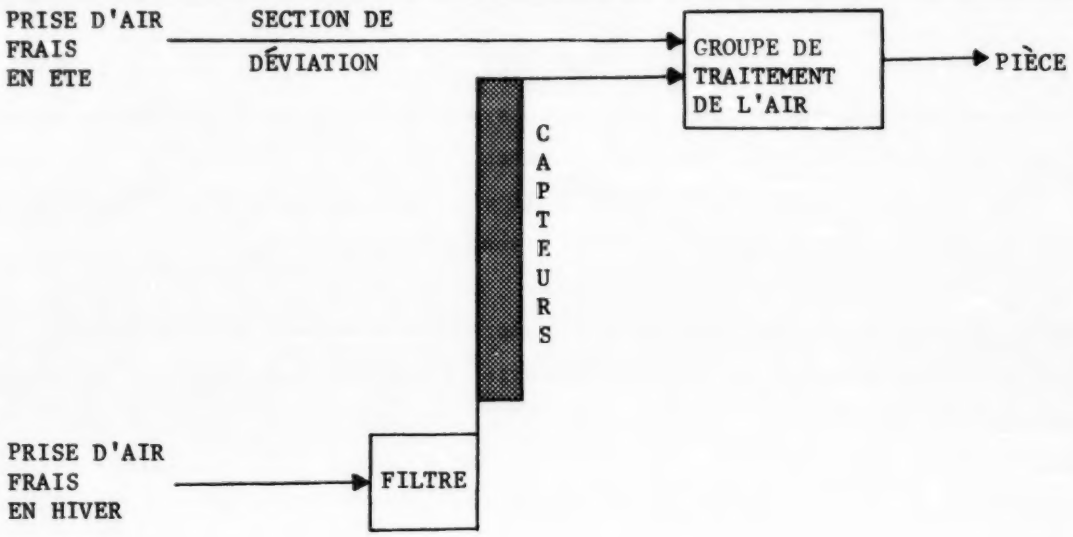


Fig. 3: Installation de préchauffage à air chaud

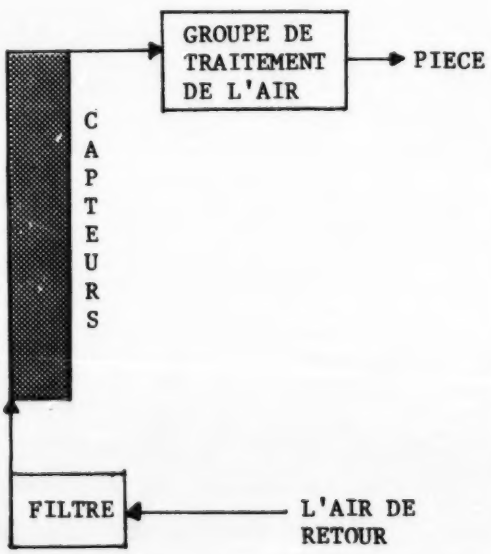


Fig. 4: Système de réchauffage de l'air de retour

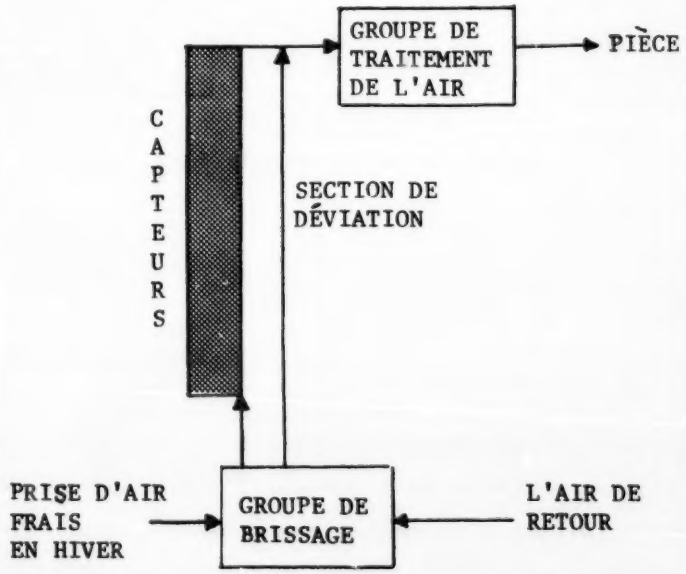


Fig. 5: Système combiné réchauffage et préchauffage

La figure 4 illustre une installation de réchauffage de l'air de retour de modèle similaire. L'air qui entre dans les capteurs est aspiré directement de la pièce chauffée. Cette installation est moins efficace que l'installation de préchauffage de l'air chaud illustrée à la figure 3, mais il est possible qu'elle soit appropriée dans les cas où les besoins en air d'appoint ne sont pas très grands.

Les installations de réchauffage doivent comprendre un relais de ventilateur, un régulateur différentiel et un registre motorisé frontal/de dérivation. Ce registre est souvent employé sur les installations de chauffage dont le serpentin de vapeur est dans une gaine. Dans cette application, les capteurs solaires remplacent le serpentin de vapeur. La gaine de l'installation de chauffage solaire s'accouplera avec la section normalement fermée du registre. La section de dérivation sera ouverte à la pièce.

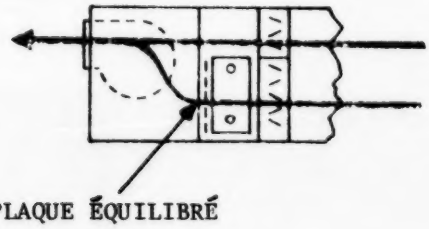


Fig. 6: Registre frontal de dérivation

Lorsqu'aucune énergie solaire n'est disponible ni requise, le centre de ventilation mécanique aspire de l'air par l'intermédiaire du registre de dérivation qui est ouvert. L'installation de réchauffage solaire se met en marche lorsque la température dans le bâtiment dépasse la température limite inférieure de déclenchement prescrite et que les capteurs sont chauds. Le régulateur différentiel met alors en marche le ventilateur du centre de ventilation mécanique et le moteur du registre. Ce moteur ouvre les volets de la gaine de l'installation de chauffage solaire et ferme, en même temps, la section de dérivation.

La température de déclenchement de l'installation de chauffage solaire doit être supérieure de quelques degrés à celle du radiateur du centre de ventilation mécanique. Ce cette façon, l'installation de chauffage solaire pourra se mettre en marche et fournir de la chaleur avant que l'installation auxiliaire ne soit sollicitée.

La figure 5 illustre un modèle combinat les concepts présentés dans les deux installations précédentes. Cette installation est munie d'une boîte de brassage de sorte que l'air qui provient des capteurs solaires puisse être tempéré en mélangeant de l'air extérieur à ce l'air de retour. Les commandes solaires, les registres et le relais de l'installation d'air de retour doivent être aidés d'une logique et d'un mécanisme de commande pour actionner la boîte de mélange.

Chaque installation doit être dotée d'un registre anti-refoulement par gravité pour réduire le thermosiphonnement superflu durant l'hiver. Il se peut qu'un certain thermosiphonnement d'été vienne en aide aux installations de réchauffage en évacuant l'air chaud du bâtiment pendant que l'air frais provenant du côté nord du bâtiment est acheminé dans la pièce.

La caractéristique commune aux trois installations décrites précédemment est leur simplicité. Plus un modèle devient complexe en y ajoutant de longues gaines ou des coudes ce qui entraîne de grandes chutes de pression, moins grande sera l'économie réalisée.

CONCLUSION

Les installations de chauffage à air chaud sans stockage et montées au mur peuvent réduire considérablement le coût initial des installations de chauffage de locaux d'habitation à air chaud sans accuser une baisse significative de rendement.

Renseignements fournis par P. Sauer, Bureau des programmes d'énergie solaire